

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-33191

⑬ Int. Cl.⁹

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)2月13日

C 10 K 1/32
B 01 J 8/04
C 10 K 1/34
// B 01 D 53/36
H 01 M 8/06

3 1 1 A

D
R

7106-4H
8618-4G
7106-4H
8616-4D
9062-5H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 脱硫反応器

⑯ 特 願 平2-35313

⑰ 出 願 平2(1990)2月16日

優先権主張 ⑱ 平1(1989)3月17日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 平1-65544

㉑ 発 明 者 吉 岡 浩 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

㉒ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

㉓ 代 理 人 弁理士 山口 巖

明 細 書

1. 発明の名称 脱硫反応器

2. 特許請求の範囲

1) 水素触媒からなる層と、第1の脱硫触媒からなる層と、第2の脱硫触媒からなる層を有し、

水素触媒からなる層は硫黄を含む炭化水素系の燃料ガスと水素との反応により硫化水素を生成するものであり、

第1の脱硫触媒からなる層は前記硫化水素を吸着するものであり、

第2の脱硫触媒からなる層は硫黄を含む炭化水素ガスを吸着するもので水素触媒からなる層の後段に設けられるものであることを特徴とする脱硫反応器。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、炭化水素系の燃料に含まれる有機硫黄を脱硫する脱硫反応器、特に燃料電池発電装置に備えられる燃料改質装置の前処理工程における脱硫反応器に関する。

(従来の技術)

燃料電池と燃料改質装置とを備える燃料電池発電装置は近年エネルギーの高効率利用とクリーン環境化を目指すコージェネレーションとして注目されている。

上記の燃料電池は供給される反応ガスにより電気化学反応をして発電するが、燃料電池の燃料源として水素が使用される。この水素としては、一般に改質原燃料、例えば天然ガス、都市ガス、ナフサ等の主成分である炭化水素を燃料改質装置にて水素に富むガスにした改質ガスが使用される。

ところで、炭化水素系の改質原燃料には不純物として有機硫黄化合物が含有されており、この硫黄分は改質原燃料を改質する際や燃料電池の電極に使用される触媒の触媒毒となるため、原燃料を水素に富むガスに改質する工程には脱硫工程が設けられる。

第2図は上記の脱硫工程を備えて改質原燃料から改質ガスを製造する工程の一例である。図において炭化水素を主成分とする改質原燃料41にリサ

イクルガス40Bとしての改質ガス40の一部を付加して水素添加反応器31に送気し、水素添加反応器31にて天然ガス等に不純物として含まれる有機硫黄化合物を反応触媒（水添触媒という）としての例えばコバルトモリブデン系触媒の存在下で水素と反応させ硫化水素(H_2S)とする。この硫化水素は後段の脱硫反応器32で脱硫触媒としての例えば酸化亜鉛(ZnO)に吸着される。上記水素添加反応器31および脱硫反応器32とで、水素気改質器33の前処理装置が構成される。前処理装置により脱硫された脱硫原料42は水素気改質器33に送気される。水素気改質器33ではスチームの存在下で脱硫原料42を改質触媒としての例えばニッケル(Ni)触媒と接触させて水素気改質し、炭化水素を転化して水素リッチな水素気改質ガス43を生成する。しかし、この水素気改質ガス43は燃料電池35の電極の触媒毒となる一酸化炭素(CO)を多量に含有しているので、このガスを後処理装置としての一酸化炭素転化反応器（以下 CO 転化器という）34に送気し、ここで CO 転化触媒としての例えば銅/酸化

亜鉛(Cu/ZnO)系触媒により二酸化炭素(CO_2)に炭換し、 CO 濃度が1%以下に低下した水素リッチな改質ガス40が燃料電池35に供給され、その一部はリサイクルガス40Bとして水素転化反応器31にリサイクルされる。

このようにして改質原料中の硫黄分は、改質触媒としての Ni 触媒、 CO 転化触媒としての Cu/ZnO 系触媒および燃料電池の電極触媒の触媒毒となるため、水素気改質器の前段で脱硫反応器により除去される。

ところで、燃料電池に供給可能な改質ガスを改質原料から製造するときには、前述のように水素気改質器の前段に前処理装置、後段に後処理装置を必要とするために構成が複雑であり、広い設置スペースが必要となる。この点を考慮して装置のコンパクト化、省スペース化をはかるため、従来水添触媒と脱硫触媒とを同一の反応容器の中に充填し、硫黄分の硫化水素への転化と、硫化水素の吸着とを同一の反応容器内で行わせる第3図に示す構成のものが知られている。

第3図において水添触媒1と脱硫触媒2とは反応容器3の中にメッシュ4を境にして充填されて脱硫反応器5を構成している。水添触媒部には改質原料を導く入口6が設けられ、入口6に原料供給系7が接続されている。また脱硫触媒部には改質原料を外部に送出する出口8が設けられ、出口8に原料排出系9が接続されている。

このような構成により改質原料は原料供給系7を経て入口6から反応容器3内に流入し、まず水添触媒1により改質原料中の硫黄分は硫化水素になる。そしてこの状態でメッシュ4を経て脱硫触媒部に流入し、硫化水素は脱硫触媒2に吸着され、この結果改質原料は硫黄分が除かれて出口8から原料排出系9を経て次の工程に送気される。

（発明が解決しようとする課題）

上記の脱硫工程において、硫黄分を硫化水素に転化する際には水素の添加が必要である。しかし、燃料電池発電装置 スタートアップ時には前述したリサイクルする改質ガスがないため改質原料

に添加する水素がない。このため有機硫黄が短時間ではあるがリークする。

また、燃料電池発電装置ではシステムのスタートアップ、シャットダウンが頻繁に行われるので、第3図に示す脱硫反応器5の昇温時、第4図に示すように水添触媒1に物理的に吸着していた有機硫黄化合物が脱離する現象が起る。第4図は有機硫黄化合物の脱離状態を示すグラフであり、図から300℃近傍が脱離が大きいことが理解される。

このようにして改質原料から除去されない硫黄分により後段の改質触媒が被毒され、このためこれらの触媒の活性が低下し、システム全体の効率が低下するという問題がある。

本発明の目的は、燃料電池発電装置で頻繁にスタートアップ、シャットダウンが行われても有機硫黄化合物のリークがなく、かつコンパクトな脱硫反応器を提供することである。

（課題を解決するための手段）

上記目的は、本発明によれば、水添触媒からなる層と、第1の脱硫触媒からなる層と、第2の脱

硫触媒からなる層を有し、

水添触媒からなる層は硫黄を含む炭化水素系燃料ガスと水素との反応により硫化水素を生成するものであり、

第1の脱硫触媒からなる層は前記硫化水素を吸着するものであり、

第2の脱硫触媒からなる層は硫黄を含む炭化水素ガスを吸着するもので水添触媒からなる層の後段に設けられるものである、とすることにより達成される

(作用)

燃料電池のスタートアップ時には第2の脱硫触媒からなる層により硫黄を含む炭化水素が除去される。燃料電池の定常運転時にはリサイクルする改質ガスがあり、脱硫反応器も昇温されているので第1の脱硫触媒からなる層が働く。

(実施例)

以下図面に基づいて本発明の実施例について説明する。第1図は本発明の実施例による脱硫反応器の構成図である。なお第1図において第3図の

1、脱硫触媒2、脱硫触媒11に連流する。この際、前述のようにリサイクルする改質ガスがないため水素が添加されない時にリークする有機硫黄化合物や脱硫反応器15の昇温時に脱硫触媒2から脱離する有機硫黄化合物は最終段のCuO系あるいはFe系からなる脱硫触媒11に吸着され、改質原燃料は有機硫黄が除かれて弁21を開状態の分岐管22を通る原燃料排出系18を経て次工程に送出される。

燃料電池発電装置の定常運転時には弁21を閉にし、弁19を開にして改質原燃料を入口6から脱硫反応器15内に流入すると、改質原燃料は水添触媒1、脱硫触媒2を流れ、弁19が閉状態の分岐管20を通る原燃料排出系18を経て次工程に送出される。この場合、リサイクルする改質ガスがあるために改質原燃料には水素が添加され、また水添触媒1も昇温されているので、改質原燃料中の有機硫黄は前述のように水添触媒1により硫化水素となり、ついで硫化水素は脱硫触媒2により吸着されて除かれる。

(発明の効果)

従来例と同一部品には同じ符号を付し、その説明を省略する。第1図においてCo/Ho系あるいはNi/Ho系からなる水添触媒1と、ZnO系からなる脱硫触媒2と、有機硫黄を吸着するCuO系またはFe系からなる脱硫触媒11とをこの順で、その境界部にメッシュ12、13を挿入して容器3に充填して脱硫反応器15を形成している。入口6と原燃料供給系7は従来と同様に設け、脱硫触媒2により硫化水素が吸着されて有機硫黄を含まない改質原燃料が排出される出口16を、また脱硫触媒11により有機硫黄化合物が吸着されて有機硫黄を含まない改質原燃料を送出する出口17をそれぞれ容器3に設けている。18は原燃料排出系であり、途中から分岐して、一方は弁19を備えて入口16に接続する分岐管20と、他方は弁21を備えて入口17に接続する分岐管22とを備えている。

このような構造により、燃料電池発電装置のスタートアップ時には弁19を閉、弁21を開にして改質原燃料を原燃料供給系7を経て入口6から脱硫反応器15内に流入すると、改質原燃料は水添触媒

この発明によれば、水添触媒からなる層と、第1の脱硫触媒からなる層と、第2の脱硫触媒からなる層を有し、

水添触媒からなる層は硫黄を含む炭化水素系の燃料ガスと水素との反応により硫化水素を生成するものであり、

第1の脱硫触媒からなる層は前記硫化水素を吸着するものであり、

第2の脱硫触媒からなる層は硫黄を含む炭化水素ガスを吸着するもので水添触媒からなる層の後段に設けられるものであるのでリサイクルガスがない燃料電池のスタートアップ時には第2の脱硫触媒により硫黄を含む炭化水素ガスが除去される。リサイクルガスがある定常運転時には第1の脱硫触媒により硫黄は硫化水素として除去される。このようにして燃料電池発電装置の頻繁なスタートアップやシャットダウンを有するすべての運転状態において改質原燃料に含まれる有機硫黄は除かれ、このため改質触媒 硫黄被毒による活性低下を防止し、これに伴ってシステム全体の効率低下

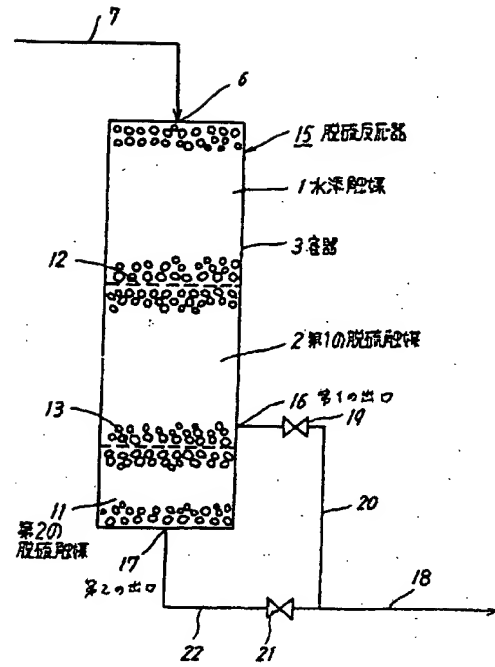
を防止することができる。

4. 図面の簡単な説明

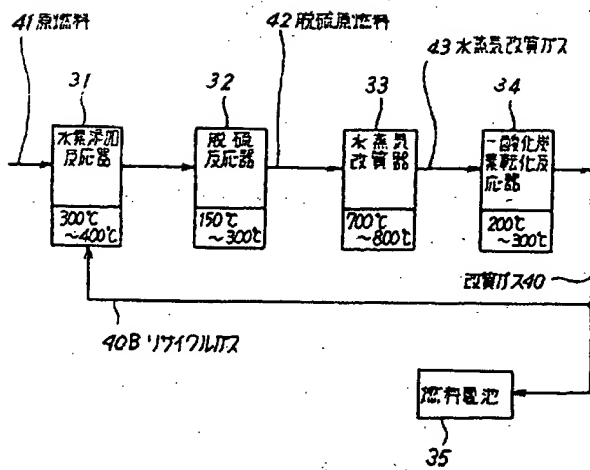
第1図は本発明の実施例による脱硫反応器の構成図、第2図は改質原料を水素に富むガスに改質する工程を示す改質工程図、第3図は従来の脱硫反応器の構成図、第4図は脱硫触媒に吸着した有機硫黄の脱離量と温度との関係を示す図である。

1：水素触媒、2：第1の脱硫触媒、5、15：脱硫反応器、11：第2の脱硫触媒、16：第1の出口、17：第2の出口、19、21：弁。

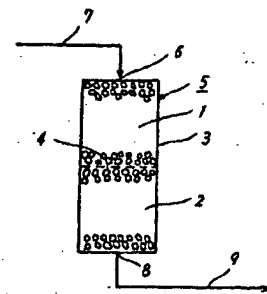
代理人弁護士 山口 豊



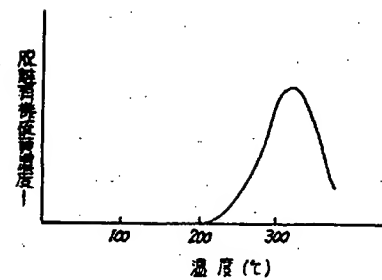
第1図



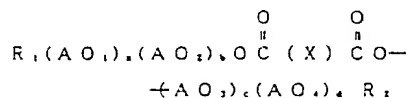
第2図



第3図



第4図



⑫ 公開特許公報 (A) 平3-33191

⑬ Int. Cl.³ 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 平成3年(1991)2月13日
 C 10 K 1/32 7106-4H
 B 01 J 8/04 3 1 1 A 8618-4G
 C 10 K 1/34 7106-4H
 // B 01 D 53/36 D 8616-4D
 H 01 M 8/06 R 9062-5H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 脱硫反応器

⑯ 特 願 平2-35313

⑰ 出 願 平2(1990)2月16日

優先権主張 ⑱ 平1(1989)3月17日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 平1-65544

㉑ 発 明 者 吉 岡 浩 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社
 社内

㉒ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

㉓ 代 理 人 弁理士 山口 巖

明 細 書

1. 発明の名称 脱硫反応器

2. 特許請求の範囲

1) 水添触媒からなる層と、第1の脱硫触媒からなる層と、第2の脱硫触媒からなる層を有し、

水添触媒からなる層は硫黄を含む炭化水素系の燃料ガスと水素との反応により硫化水素を生成するものであり、

第1の脱硫触媒からなる層は前記硫化水素を吸着するものであり、

第2の脱硫触媒からなる層は硫黄を含む炭化水素ガスを吸着するもので水添触媒からなる層の後段に設けられるものであることを特徴とする脱硫反応器。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、炭化水素系の燃料に含まれる有機硫黄を脱硫する脱硫反応器、特に燃料電池発電装置に備えられる燃料改質装置の前処理工程における脱硫反応器に関する。

(従来の技術)

燃料電池と燃料改質装置とを備える燃料電池発電装置は近年エネルギーの高効率利用とクリーン環境化を目指すコジェネレーションとして注目されている。

上記の燃料電池は供給される反応ガスにより電気化学反応をして発電するが、燃料電池の燃料源として水素が使用される。この水素としては、一般に改質原料燃料、例えば天然ガス、都市ガス、ナフサ等の主成分である炭化水素を燃料改質装置にて水素に富むガスにした改質ガスが使用される。

ところで、炭化水素系の改質原料燃料には不純物として有機硫黄化合物が含有されており、この硫黄分は改質原料燃料を改質する際や燃料電池の電極に使用される触媒の触媒毒となるため、原料燃料を水素に富むガスに改質する工程には脱硫工程が設けられる。

第2図は上記の脱硫工程を備えて改質原料燃料から改質ガスを製造する工程の一例である。図において炭化水素を主成分とする改質原料燃料41にリサ

イクルガス40Bとしての改質ガス40の一部を付加して水素添加反応器31に送気し、水素添加反応器31にて天然ガス等に不純物として含まれる有機硫黄化合物を反応触媒（水添触媒という）としての例えばコバルトモリブデン系触媒の存在下で水素と反応させ硫化水素(H₂S)とする。この硫化水素は次段の脱硫反応器32で脱硫触媒としての例えば酸化亜鉛(ZnO)に吸着される。上記水素添加反応器31および脱硫反応器32とで、水素気改質器33の前処理装置が構成される。前処理装置により脱硫された脱硫原料42は水素気改質器33に送気される。水素気改質器33ではスチームの存在下で脱硫原料42を改質触媒としての例えばニッケル(Ni)触媒と接触させて水素気改質し、硫化水素を転化して水素リッチな水素気改質ガス43を生成する。しかし、この水素気改質ガス43は燃料電池35の電極の触媒毒となる一酸化炭素(CO)を多量に含有しているので、このガスを後処理装置としての一酸化炭素転化反応器（以下CO転化器という）34に送気し、ここでCO転化触媒としての例えば銅／酸化

亜鉛(Cu/ZnO)系触媒により二酸化炭素(CO₂)に変換し、CO濃度が1%以下に低下した水素リッチな改質ガス40が燃料電池35に供給され、その一部はリサイクルガス40Bとして水素転化反応器31にリサイクルされる。

このようにして改質原料中の硫黄分は、改質触媒としてのNi触媒、CO転化触媒としてのCu/ZnO系触媒および燃料電池の電極触媒の触媒等となるため、水素気改質器の前段で脱硫反応器により除去される。

ところで、燃料電池に供給可能な改質ガスを改質原料から製造するときには、前述のように水素気改質器の前段に前処理装置、後段に後処理装置を必要とするために構成が複雑であり、広い設置スペースが必要となる。この点を考慮して装置のコンパクト化、省スペース化をはかるため、従来水添触媒と脱硫触媒とを同一の反応容器の中に充填し、硫黄分の硫化水素への転化と、硫化水素の吸着とを同一の反応容器内で行わせる第3図に示す構成のものが知られている。

第3図において水添触媒1と脱硫触媒2とは反応容器3の中にメッシュ4を境にして充填されて脱硫反応器5を構成している。水添触媒部には改質原料を導く入口6が設けられ、入口6に原料供給系7が接続されている。また脱硫触媒部には改質原料を外部に送出する出口8が設けられ、出口8に原料排出系9が接続されている。

このような構成により改質原料は原料供給系7を経て入口6から反応容器3内に流入し、まず水添触媒1により改質原料中の硫黄分は硫化水素になる。そしてこの状態でメッシュ4を経て脱硫触媒部に流入し、硫化水素は脱硫触媒2に吸着され、この結果改質原料は硫黄分が除かれて出口8から原料排出系9を経て次の工程に送気される。

（発明が解決しようとする課題）

上記の脱硫工程において、硫黄分を硫化水素に転化する際には水素の添加が必要である。しかし、燃料電池発電装置のスタートアップ時には前述したリサイクルする改質ガスがないため改質原料

に添加する水素がない。このため有機硫黄が短時間ではあるがリークする。

また、燃料電池発電装置ではシステムのスタートアップ、シャットダウンが頻繁に行われるので、第3図に示す脱硫反応器5の昇温時、第4図に示すように水添触媒1に物理的に吸着していた有機硫黄化合物が脱離する現象が起きる。第4図は有機硫黄化合物の脱離状態を示すグラフであり、図から300℃近傍が脱離が大きいたことが理解される。

このようにして改質原料から除去されない硫黄分により後段の改質触媒が被毒され、このためこれらの触媒の活性が低下し、システム全体の効率が低下するという問題がある。

本発明の目的は、燃料電池発電装置で頻繁にスタートアップ、シャットダウンが行われても有機硫黄化合物のリークがなく、かつコンパクトな脱硫反応器を提供することである。

（課題を解決するための手段）

上記目的は、本発明によれば、水添触媒からなる層と、第1の脱硫触媒からなる層と、第2の脱

硫触媒からなる層を有し、

水添触媒からなる層は硫黄を含む炭化水素系の燃料ガスと水素との反応により硫化水素を生成するものであり、

第1の脱硫触媒からなる層は前記硫化水素を吸着するものであり、

第2の脱硫触媒からなる層は硫黄を含む炭化水素ガスを吸着するもので水添触媒からなる層の後段に設けられるものである、とすることにより達成される

(作用)

燃料電池のスタートアップ時には第2の脱硫触媒からなる層により硫黄を含む炭化水素が除去される。燃料電池の定常運転時にはリサイクルする改質ガスがあり、脱硫反応器も昇温されているので第1の脱硫触媒からなる層が働く。

(実施例)

以下図面に基づいて本発明の実施例について説明する。第1図は本発明の実施例による脱硫反応器の構成図である。なお第1図において第3図の

1、脱硫触媒2、脱硫触媒11に通流する。この際、前述のようにリサイクルする改質ガスがないため水素が添加されない時にリークする有機硫黄化合物や脱硫反応器15の昇温時に脱硫触媒2から脱離する有機硫黄化合物は最終段のCaO系あるいはFe系からなる脱硫触媒11に吸着され、改質原燃料は有機硫黄が除かれて弁21を開状態の分岐管22を通る原燃料排出系18を経て次工程に送出される。

燃料電池発電装置の定常運転時には弁21を閉にし、弁19を開にして改質原燃料を入口6から脱硫反応器15内に流入すると、改質原燃料は水添触媒1、脱硫触媒2を流れ、弁19が開状態の分岐管20を通る原燃料排出系18を経て次工程に送出される。この場合、リサイクルする改質ガスがあるために改質原燃料には水素が添加され、また水添触媒1も昇温されているので、改質原燃料中の有機硫黄は前述のように水添触媒1により硫化水素となり、ついで硫化水素は脱硫触媒2により吸着されて除かれる。

(発明の効果)

従来例と同一部品には同じ符号を付し、その説明を省略する。第1図においてCo/Mo系あるいはNi/Mo系からなる水添触媒1と、ZnO系からなる脱硫触媒2と、有機硫黄を吸着するCaO系またはFe系からなる脱硫触媒11とをこの順で、その境界部にメッシュ12、13を挿入して容器3に充填して脱硫反応器15を形成している。入口6と原燃料供給系7は従来と同様に設け、脱硫触媒2により硫化水素が吸着されて有機硫黄を含まない改質原燃料が排出される出口16を、また脱硫触媒11により有機硫黄化合物が吸着されて有機硫黄を含まない改質原燃料を送出する出口17をそれぞれ容器3に設けている。18は原燃料排出系であり、途中から分岐して、一方は弁19を開いて入口16に接続する分岐管20と、他方は弁21を開いて入口17に接続する分岐管22とを備えている。

このような構造により、燃料電池発電装置のスタートアップ時には弁19を閉、弁21を開にして改質原燃料を原燃料供給系7を経て入口6から脱硫反応器15内に流入すると、改質原燃料は水添触媒

この発明によれば、水添触媒からなる層と、第1の脱硫触媒からなる層と、第2の脱硫触媒からなる層を有し、

水添触媒からなる層は硫黄を含む炭化水素系の燃料ガスと水素との反応により硫化水素を生成するものであり、

第1の脱硫触媒からなる層は前記硫化水素を吸着するものであり、

第2の脱硫触媒からなる層は硫黄を含む炭化水素ガスを吸着するもので水添触媒からなる層の後段に設けられるものであるのでリサイクルガスがない燃料電池のスタートアップ時には第2の脱硫触媒により硫黄を含む炭化水素ガスが除去される。リサイクルガスがある定常運転時には第1の脱硫触媒により硫黄は硫化水素として除去される。このようにして燃料電池発電装置の頻繁なスタートアップやシャットダウンを有するすべての運転状態において改質原燃料に含まれる有機硫黄は除かれ、このため改質触媒の硫黄被毒による活性低下を防止し、これに伴ってシステム全体の効率低下

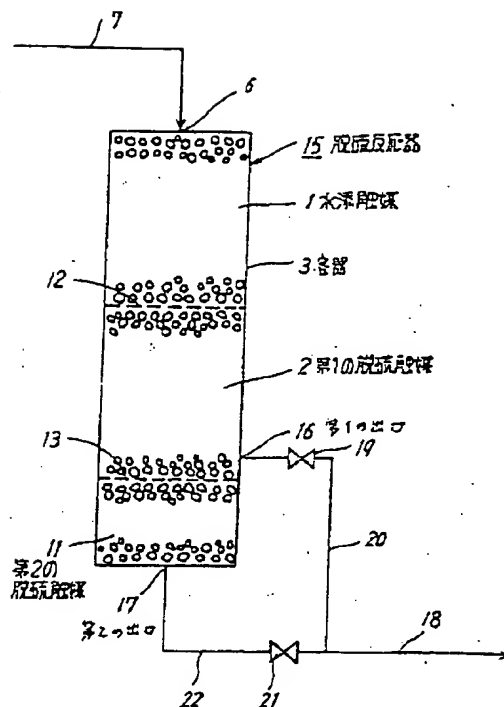
を防止することができる。

4. 図面の簡単な説明

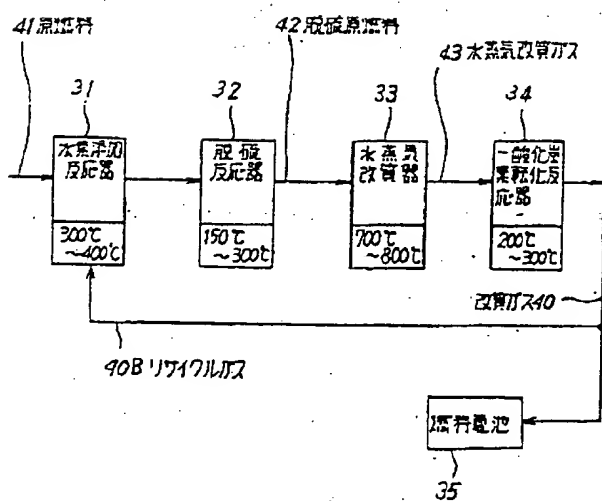
第1図は本発明の実施例による脱硫反応器の構成図、第2図は改質原料を水素に含むガスに改質する工程を示す改質工程図、第3図は従来の脱硫反応器の構成図、第4図は脱硫触媒に吸着した有機硫黄の脱離量と温度との関係を示す図である。

1：水素触媒、2：第1の脱硫触媒、5、15：脱硫反応器、11：第2の脱硫触媒、16：第1の出口、17：第2の出口、19、21：弁。

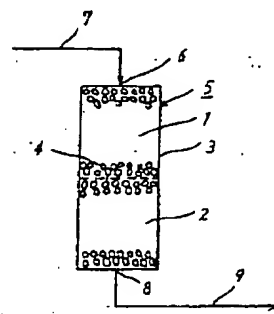
代理人弁護士 山口 昌



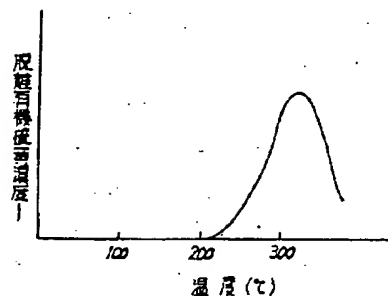
第1図



第2図



第3図



第4図